

交通枢纽的空间演进与发展机理

丁金学^{1,2}, 金凤君¹, 王成金¹, 王姣娥¹, 刘 东^{1,2,3}

(1. 中国科学院区域可持续发展分析与模拟重点实验室 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101;

2. 中国科学院研究生院, 北京 100049; 3. 交通运输部规划研究院, 北京 100028)

摘 要:长时间序列的交通枢纽空间分布格局的演进规律,一直是国内外交通地理学有待解决的问题。考察交通枢纽的长期演变规律,有助于把握交通枢纽的发展机理,为空间优化提供科学支撑。对秦汉时期以来中国交通枢纽分布格局的发展过程与空间特征进行系统解析,认为存在秦汉至南北朝、隋唐、宋朝至辽金时期、元明、清朝、民国至今等6个阶段。基于中国不同历史阶段交通枢纽的发展轨迹,总结了交通枢纽的基本形成条件和空间演变的一般过程,并对交通枢纽的生命周期进行了分析,在此基础上,深入研究了交通枢纽的基本发展模式,系统总结了中国交通枢纽空间布局的基本形态。相关研究既是对交通枢纽研究的理论完善,也是中国交通枢纽布局规划的理论基础。

关 键 词:交通枢纽;空间演进;发展机理;发展模式;空间形态

交通枢纽是交通运输体系中各种交通方式相互连接的中心环节,合理的交通枢纽布局不但有利于提高交通运输系统的整体运输效率,而且对促进地区经济发展、巩固国防和加强民族团结等方面也都起着非常重要的作用。随着社会经济的不断发展以及交通运输条件的不断改善,全国各地正兴起交通枢纽建设的热潮。与此相适应,国内相关学者针对交通枢纽进行了大量研究,相关研究成果主要集中在以下5个方面^[1]:交通枢纽在城市与区域发展中的地位和作用^[2-4]、枢纽建设与城市规划建设的关系^[5-6]、交通枢纽地区的规划设计^[7]、交通枢纽及其周边地区的交通流线组织以及设施布局^[8-9]、枢纽建筑综合体设计^[10-11]等。总体而言,国内学者对交通枢纽的研究主要集中在布局与设计,以及与社会经济发展的关系方面,而对交通枢纽本身的时空演变规律及发展机理研究甚少。国外对交通枢纽发展机理的研究较早,并取得了重要理论成果。西方学者从20世纪80年代开始关注枢纽机场的作用和区位^[12],对轴—辐网络概念^[13]、理论机制、规模效益等进行了探讨^[14],在研究机场的布局规划理论时提出了航空网络的轴—辐发展模式^[15-17],对航空枢纽空间发展产生深刻影响。中国学者金凤君等在此基础上对轴心—附属式的“轴—辐”空间模式进行了完善^[18-20],为交通枢纽的空间发展模式研究奠定了理论基础。

交通枢纽的发展受自然条件、交通条件、社会经济条件等多种因素的综合影响,导致交通枢纽演进的阶段性及其差异,客观上产生交通枢纽的不同发展模式和空间形态。本文首先回顾中国历史上交通枢纽的演进过程,总结交通枢纽的形成条件,以此为基础,对交通枢纽分布格局的演化进行研究,揭示其发展机理,归纳其发展规律,以期为中国交通枢纽的合理布局提供理论参考。

1 中国历史交通枢纽的演进轨迹

中国历史交通枢纽的演进同城市和道路交通的发展密切相关。自秦朝中国陆上交通网开始形成以来,中国交通枢纽分布格局的发展过程和空间特征大致经历了秦汉至南北朝、隋唐、宋朝至辽金时期、元明时期、清朝、民国至今等6个阶段。不同历史时期由于中国版图不同,影响着交通枢纽体系的形成。本文按目前中国版图,分析各时期交通枢纽的演进情况(表1)。

(1) 秦汉至南北朝时期。秦汉时期,中国水陆交通开始形成全国网络。公元前221年,秦统一中国后,大修驰道和直道;汉朝在秦朝原有道路的基础上,继续扩建延伸发展了以京都为中心、向四面八方辐射的交通网络。这一时期的交通枢纽主要为地理位置优越的政治、经济、文化中心,如咸阳、

收稿日期:2011-08; 修订日期:2011-10.

基金项目:国家自然科学基金项目(41171107,41001082);中科院知识创新工程项目(kzcx2-yw-345)。

作者简介:丁金学(1982-),男,青岛人,博士研究生,主要研究方向为交通地理与区域发展。E-mail: dingjx.09b@igsnrr.ac.cn

长安、洛阳、建康(今南京)、平城(今大同市东)、邺城(今临漳县西南)等。此外,手工业发达、商业繁荣的名城地区也逐渐形成地方性的交通枢纽,如邯郸、临淄、成都、番禺(今广州)等。

(2) 隋唐时期。隋唐时期随着政治、经济的中兴,道路交通空前发展,形成了以长安、洛阳为中心,以重要城市为枢纽的道路交通网。在长安、洛阳的各条辐射线中,还有大量的支线、偏路及各点联络线,在这些水陆交通的要冲地区形成了仅次于长安、洛阳的交通枢纽,如当时的开封(水路交通要冲)、幽州(政治、军事、经济、交通中心)、太原(军事重镇、通往北疆的交通枢纽)、凉州(军事重镇、丝绸之路交通枢纽)、成都(水陆交通枢纽)、江陵(交通要冲,兵家必争之地)、广州(岭南经济中心、海上交通口岸)、扬州(漕运中转站、国际贸易港口)等。

(3) 宋朝至辽金时期。这一时期中国各政权雄踞一方,在并立对峙的形势下,道路交通各有变迁。北宋时期道路交通形成以汴梁(今开封)为中心,连接西京(今洛阳)、南京(今商丘南)、北京(今大名县),向四方辐射的布局;随着政治中心的转移,南宋的道路交通又形成以临安为中心向外辐射的布局。该时期的沿海港口日趋发展,广州、杭州、明州(今宁波)、泉州并称“四大海口”。此外,苏州、温州、宜春、醴陵、桂林等发展成为内地的物资集散中心。辽时东北地区的交通有了较大发展,形成以“五京”——临潢(今巴林左旗)、大定(今宁城县)、析津(今北京)、辽阳、大同——为枢纽,通达所属诸州县的交通网络。至金代,会宁(今阿城)、燕京(今北京)先后成为全国的交通枢纽中心。

(4) 元明时期。元朝统一中国后,全国的道路交通空前发展,形成以大都(今北京)为中心枢纽通往全国各行省府的道路网络,各行省首府成为地方交通枢纽,包括和宁(今蒙古哈尔和林)、辽阳、汴梁(今开封)、奉元(今西安)、成都、甘州(今张掖)、中庆

(今昆明)、杭州、龙兴(今南昌)、武昌(今武汉)、高丽(今朝鲜)等。由于道路交通发达,促进了当时全国农业、手工业和商业的发展,水陆交通运输空前繁忙,一些商业城市和物品运输量较大的城市也成为当时的主要交通枢纽,如泉州、扬州、大同、济南、芜湖、平江等,商品运输相当活跃。明代的道路交通进一步繁荣兴盛,形成了先以南京、后以北京为中心的全国道路网络体系,地方交通枢纽主要为当时的布政使司首府所在地,包括济南、太原、开封、西安、成都、南昌、武昌、杭州、福州、广州、桂林、昆明、贵阳等。

(5) 清朝时期。清代既是古代交通的鼎盛时期,也是近代交通的兴起时期。清代道路以北京为中心,经官路干线向四方辐射,达于各省省城。经省内官路支线通达省内重要城镇和地区。官路干线和官路支线的交汇地区多为省府所在地,成为当时的交通枢纽,如沈阳、吉林、齐齐哈尔、南京、安庆、太原、济南、开封、西安、兰州、杭州、南昌、武汉、长沙、成都、拉萨、福州、广州、桂林、昆明、贵阳、乌鲁木齐、西宁等。这些枢纽城市也多数发展成为中国当前阶段的综合性交通枢纽。此外,随着商业运输的发展,清朝各地区还兴起了一些因商业而发展起来的交通枢纽城市,如汉口、天津、苏州、扬州、济宁、张家口等。

(6) 民国至今。民国以后,中国才开始了正式公路的修建,在中央政府统一安排下,各地加速了公路的发展;同时,铁路、航空等新兴交通工具的出现加速了现代综合交通枢纽的诞生。中国的交通枢纽在清朝原有基础上,历经近百年的发展,除少数因军事、政治或政策等因素导致衰退以外,多数得以延续发展,同时在此过程中因交通区位优势的改变也诞生了一些新的交通枢纽,新旧交通枢纽的协调发展基本奠定了当前中国交通枢纽空间格局的雏形。

表1 历史交通枢纽发展的驱动因素和阶段性特征

Tab.1 The driver factors and phase characteristics of development of historical transport hubs						
历史时期	主导因素					空间特征
	城市	政治	自然	经济	交通	
秦汉至南北朝	✓		✓			据点培育
隋唐			✓	✓		零星分布
宋朝至辽金		✓		✓		线状布局
元明	✓				✓	点轴分布
清朝	✓			✓		面状布局
民国至今				✓	✓	渐成网络

综上,古代交通枢纽在形成初期主要受城市和自然条件的影响,多依附于城市,往往形成于自然条件优越的政治、经济、文化中心。交通枢纽的演变在早期受政治影响比较大,古代国都的转移,政治局势的变化,都会导致道路交通中心枢纽发生变化。随着枢纽的发展,经济和交通因素对交通枢纽的影响作用逐渐加强,交通枢纽在发达的交通线路的沟通下逐渐形成网络,结构也渐趋稳定。

2 交通枢纽的形成条件分析

从中国历史交通枢纽的演进过程可以看出,交通枢纽经历了从无到有、从简单到复杂、从低级到高级的形成发展过程。从其历史发展的主导因素来看,交通枢纽的形成与发展是多种条件与因素长期作用的结果。任何交通枢纽的形成必须具备一定的基本条件。而且,随着其形成条件与因素的变化及其相互作用,空间节点的枢纽地位和重要程度也将随之变化。总结中国历史交通枢纽的形成过程及发展特征,可以归纳出交通枢纽的基本形成条件主要包括如下方面。

(1) 自然条件。交通枢纽的形成和发展须具备一定的自然条件,包括地理位置、地形和水文等。陆路交通枢纽或以陆路为主的交通枢纽,多形成于平原、高原、盆地的中心区位,与人类主要聚集地域的政治、经济中心相共生,或联接山脉两侧广大地域的重要垭口山前平原处,且有利于交通干线汇聚的地点。水运枢纽一般形成于通航主干江河或沿海有利于建港,又便于与陆上交通干线相衔接的地点,包括陆上交通干道通过江河的要津渡口和水陆交通衔接的地点,重要通航支流汇入干流的地点。

(2) 交通条件。交通枢纽作为交通运输网的中枢点,须具备交通网的基础与发展条件。重大交通干线的通过数量、途径方向、交叉交汇及衔接、换载转乘、中转水平等直接决定了交通枢纽的发展程度与等级地位。交通干线的数量意味着交通运输能力的高低,交通枢纽多形成于交通走廊的中心,尤其是在连接相邻区域的走廊地带,因多条干线交汇而往往成为枢纽。交通线的交汇及方向则意味着客货集散能力和中转能力。

(3) 社会经济条件。交通枢纽与城市区域相共生,并在相互促进中不断发展,这表现为经济总量、经济联系和人口规模及流动方向。经济总量和人口规模的高低表征城市及区域腹地的客货生成能

力,规模较大的经济总量和人口总量往往会生成大量的客流和货流,进而培育大型交通枢纽。经济联系和人口流动反映了城市区域对外交流的主要方向,经济联系在某一方向的相对集中往往会形成综合运输走廊,进而形成大型交通枢纽。

上述每一条件又可细分为多种因素集,每一因素都在不同程度上影响着交通枢纽的形成与发展(表2)。在它们各自及交互作用下,将导致类型各异的交通枢纽空间布局形态的出现。

3 交通枢纽的空间演变过程

交通枢纽的形成条件深刻影响着交通枢纽的空间演变历程,而交通枢纽的空间演变是区域社会经济发展水平的直观体现,是社会对交通发展需求的直接反映。从最初的单运输方式交通枢纽到多方式综合交通枢纽,再到交通枢纽网络,交通枢纽的发展经历了漫长的演变过程^[21]。从交通枢纽的布局演变形态来看,其形成和发展可以划分为4个阶段。

(1) 交通枢纽据点培育阶段。交通枢纽的形成主要依托于城市的发展,在自然条件和交通区位优越的地点,率先出现经济增长极,对周围产生巨大的集聚力,吸引大量的人流、物流和资金流,这些地点逐渐发展成为地区经济中心,成为交通枢纽形成的基础。从中国的时空格局来看,鸦片战争以后,中国被迫对外开放,上海、青岛、天津、大连、广州等沿海港口城市相继开始发展轻纺工业,逐步发展成为区域经济中心;解放后,中国的工业技术主要从原苏联引进,新的工业建设都集中选址在内地铁路

表2 交通枢纽形成的影响因素诊断
Tab.2 The affecting factors of the formation of transport hubs

影响因素	影响因素集	对交通枢纽形成的影响程度
自然因素	地理位置	+
	地形条件	+++
	水文条件	++++
	交通线路数量	+++
交通因素	路网密度	++++
	交通可达性	++++
	客运量	+++++
	货运量	+++++
	GDP	+++
社会经济因素	工业产值	++
	人口数量	+++

注: +表示交通枢纽受影响的程度

和内河的交通便利地点以及传统的物资集散地或矿物资源集散地。一大批工业企业在这些地点得以建立,使它们逐渐成为新的经济增长极,如沈阳、哈尔滨、长春、西安、洛阳、郑州、武汉等^[2]。所有这些地区的经济发展为交通枢纽的蕴育形成奠定了基础,从区域开发角度来讲,这一阶段属于据点培育阶段。

(2) 单式交通枢纽形成与发展阶段。在社会经济发展较好的区域,由增长极带动,经济沿着主要交通线路向外扩散,经济中心成为交通线路的主要交汇处,逐渐形成成为交通枢纽的雏形。随着经济中心的逐步强大和对外联系线路的逐步完善,经济沿着交通线路向较远的城镇扩散。在这过程中,一方面经济中心的交通枢纽规模迅速提升;另一方面经济中心边远城镇的交通枢纽地位也得以形成,交通枢纽在空间上的发展突破地域限制,等级层次性逐渐显现。但是,这一时期城市的数量少、规模小,大部分临近江河、海洋,交通运输方式比较单一,不同交通运输方式之间并无交叉^[23]。因此,早期形成的交通枢纽主要是各单种交通方式的枢纽,不同交通方式的枢纽之间各自为政,彼此之间并无过多关联,其在空间上的分布是一种无序的状态。

(3) 综合交通枢纽形成与发展阶段。随着城市规模的迅速扩大,交通线路继续完善,主要交通轴线发展成为复合式的运输通道,并且建设了高速交通线,新的运输方式出现,多种交通运输方式在空间上的并存发展为综合交通枢纽的形成创造了条件。当区域社会经济发展到一定阶段,对交通运输需求渐趋多元化,某单一运输方式再也难以满足经济社会发展的需要,而不同交通方式的运输优势为客货换乘提供了可能。在原经济中心形成的单方式交通枢纽逐渐成为不同交通方式运输线路的交汇处,枢纽的规模进一步扩展,功能朝着综合性方向发展,综合交通枢纽初现端倪。但初期形成的综合交通枢纽各交通方式间的协调性较差,衔接不紧

密;受此影响,交通枢纽朝着无缝衔接和零距离换乘的综合化大型综合交通枢纽的方向发展。此时,单式交通枢纽和综合交通枢纽在空间上并存,部分具备条件的单式交通枢纽日渐向综合交通枢纽转变。

(4) 交通枢纽系统化阶段。在全球经济一体化以及网络经济不断发展的背景下,综合交通枢纽的功能突破了单一的为旅客或货物集散服务,成为为客货运输提供全程服务的中心和物流后勤基地,是物流、资金流和信息流的集散基地,其建设也渐呈立体化和综合化。交通枢纽的系统化不但体现在枢纽内部功能的多元化,还体现在枢纽区域等级结构的有序化。交通网络的进一步发展,为产业向远距离扩散创造了条件。经济带沿着交通干线进一步扩散,各大经济区域呈现出互相衔接、归并、融合的趋势,城市界限逐渐消失。交通枢纽依托所在城市和交通干线向外辐射的能力大大增强,各枢纽之间服务的范围开始重叠,系统化趋势日趋明显。受市场的影响,交通枢纽的空间布局逐步走向合理,等级体系逐渐完善和有序。不同等级交通枢纽在服务空间和功能上互为补充,逐渐形成为“轴—辐”发展模式(图1)。

纵观世界各国发达的交通枢纽,无不经历长达几十年的发展历程,其形成发展的基本规律可简要概括为:规模由小到大、交通方式由单一到多种、功能由一般到综合、空间组织由独立走向联合。

交通枢纽作为社会产业的一个子系统,其演化过程同样遵循一般产业的生命周期模式^[24]。分析交通枢纽的时空演化阶段,交通枢纽从形成至消亡大致经历了启动期、雏形期、快速发展期、成熟扩展期、消融衰落期等5个时期。其中启动期对应交通枢纽发展的第一阶段,雏形期对应第二阶段,快速发展期对应第三阶段,成熟扩展期对应第四阶段,而消融衰落期则对应交通枢纽系统化的后发展阶段。如图2所示,曲线D代表交通枢纽的完整演进

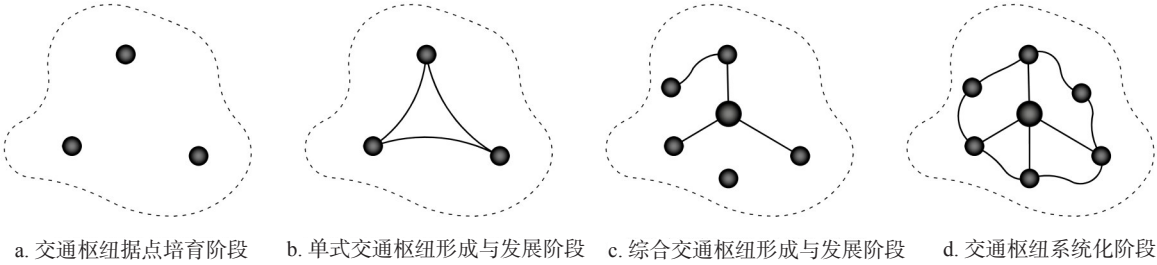


图1 交通枢纽体系空间演变图

过程。曲线A表示在交通枢纽形成的初期,受政策等外力作用的影响提前进入衰退期;曲线B表示规划条件的改变导致交通枢纽功能的弱化和地位的下降;曲线C表示因自然条件的变化或受灾害的影响(如地震等)导致交通枢纽突发性衰退。

4 交通枢纽的基本发展模式

交通枢纽的空间发展模式是推动交通枢纽空间演变的内在动力。在不同的区域和发展阶段,交通枢纽既表现出一定的共性,也存在差异,呈现出各种发展模式;其在空间上的布局虽具有历史的继承性,但并非一成不变。交通枢纽是一个不断发展变化的地理空间实体^[25]。分析国内外主要交通枢纽的发展过程,可以总结出交通枢纽主要有以下发展模式。

(1) 传统发展型。交通枢纽最早主要形成于经济中心,依托城市而发展。在各历史时期,经济发展最迅速的地区也往往是交通枢纽率先形成与发展的地区,这些地区较之其他地区更具备交通枢纽形成与发展的条件。因此,传统上的交通枢纽多与经济中心相伴相生。以传统模式发展起来的交通枢纽多为大型综合性的交通枢纽,在空间布局中占有相当大的比例。

(2) 交通方式引导型。当交通运输方式发生变化、新的运输出现的时候,特别是新出现的交通运输方式较原来传统的方式更为重要的时候,如某地在原有水路运输的基础上,增加了高等级公路运输、铁路运输或航空运输中的一种或多种,可能形成新的交通枢纽。以交通方式引导发展起来的交通枢纽均为综合性的交通枢纽,在空间上多形成于沿江、沿海和主要铁路干线。

(3) 交通干线引导型。这类交通枢纽的形成与交通运输干线的发育程度密切相关。当交通干线上产生新的分叉点的时候,即铁路和公路干线上形成新的分叉点或新的主导性运输方向,则可能形成新的交通枢纽。以交通干线引导发展起来的交通枢纽主要形成于主要交通干线的交汇处,多为单方式交通枢纽,且多为低等级交通枢纽,其功能和服务范围均受限。

(4) 运输干线等级引导型。这类交通枢纽是在原有线路节点的基础上发展起来的。当干线交通的等级发生重大提升时,或各种线路汇集时,使原来的干线和支线交通通行量大为增加,以前某些不太重要的节点在区域交通中的地位迅速提升,形成新的交通枢纽。以干线等级引导发展起来的交通枢纽具有一定的发展基础,类似节点在中国道路网络中占有相当大的比重。

(5) 经济发展引导型。同传统发展型类似,这类交通枢纽的形成与区域经济发展密切相关。当区域经济发展不平衡导致出现新的经济增长极或经济中心,或由于某种原因,如新的矿产资源的发现和矿产开发,导致区域内新的经济中心出现,形成了新的经济流向和交通运输方向,从而形成新的交通枢纽。由经济引导发展起来的交通枢纽多形成于自然资源丰富的地区,对于扩大枢纽服务范围,消除枢纽服务盲区具有重要作用。

5 交通枢纽布局的基本形态

因形成演变过程以及发展模式的不同,交通枢纽具有不同的等级,不同级别的交通枢纽在空间中互相联系,随着历史的演进,其在空间上的布局从无序逐渐走向有序,其空间形态大致可以分为以下4种(图3)。

(1) 单中心布局形态。在某一地域范围内拥有一个高等级的综合交通枢纽中心(主枢纽),该中心对周边的吸附能力较强,各低等级交通枢纽(子枢纽)同主枢纽联系密切,依附主枢纽而存在,而子枢纽之间的联系相对较弱。子枢纽从主枢纽汲取生存的“养料”,在空间上形成“众星拱月”的形态。这一布局形态的交通枢纽主要存在于中西部欠发达地区,主枢纽通常为省会城市,而子枢纽多为同省会城市有密切经济联系和发达交通线路的地级城市,如以西安为中心的关中地区枢纽布局。

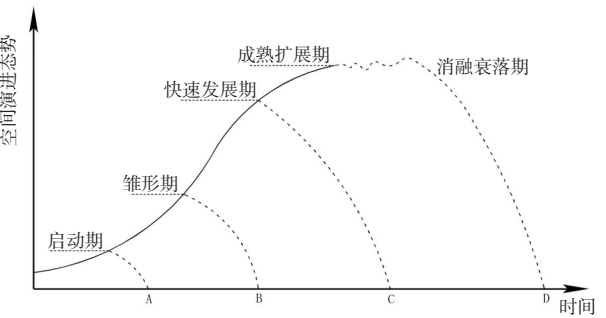


图2 交通枢纽生命周期模式图

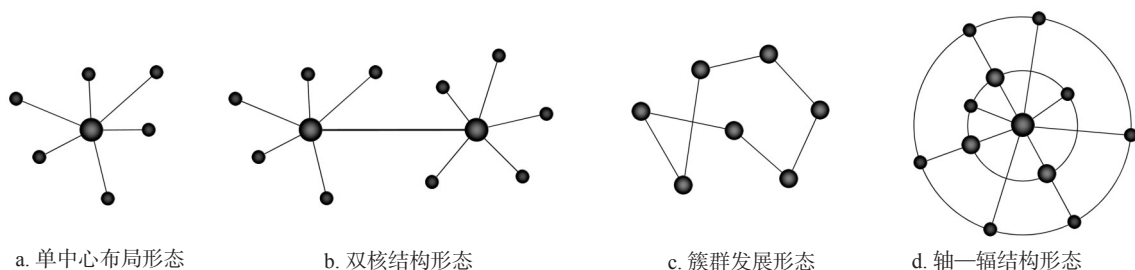


图3 交通枢纽的空间形态图

Fig.3 The spatial conformation of transport hubs

(2) 双核结构形态。与单中心布局形态不同,区域上存在两个高等级的综合交通枢纽中心(主枢纽)和众多为枢纽中心服务的低等级交通枢纽(子枢纽),其中两个主枢纽的等级相当,而且两者之间有极其发达的交通进行联系,同时每个主枢纽各自存在多个子枢纽与其保持密切联系。这一布局形态的交通枢纽主要形成于在一定距离范围内有两个强经济中心的地区,例如成渝地区。

(3) 集群发展形态。交通枢纽之间没有主次之分,在空间上呈均匀分布格局。主要有两种存在类型,其一是各交通枢纽规模相当,在空间上各有自己的优势服务区域,表现在经济和交通条件类似的城市枢纽之间;其二是各交通枢纽功能有所区别,在空间上各有自己的优势服务对象,表现在不同交通运输方式枢纽之间。这一布局形态的交通枢纽主要形成于发展条件类似的连片地区,或者集中存在多种交通方式的地区,例如中国的东北地区。

(4) 轴—辐结构形态。主要存在于发达地区,是交通枢纽空间布局的高级形态。同单中心布局形态相似,轴—辐结构形态存在一个大型的、高等级的综合交通枢纽中心,围绕该枢纽中心,均匀分布有不同层级的低等级交通枢纽,各枢纽不但同中心枢纽有发达的交通联系,而且各枢纽之间交通联系也较为便捷。这一布局形态的交通枢纽层级分明,各枢纽之间联系密切,低层级交通枢纽围绕高层级交通枢纽发展,在空间布局上呈现“蛛网”状发展的“轴—辐”结构形态。该布局形态的枢纽主要存在于经济和交通基础设施均较为发达的地区,例如以北京为中心的京津冀地区、以上海为中心的长三角地区以及以广州为中心的珠三角地区。

6 结论

(1) 中国交通枢纽布局经历了“秦汉至南北朝→隋唐→宋朝至辽金时期→元明时期→清朝→民

国至今”等发展阶段,各阶段呈现不同的布局特征。

(2) 古代交通枢纽形成主要受城市的影响,而交通枢纽的演变则主要受政治的影响。交通枢纽形成与发展的各影响因素在不同历史时期发挥的作用也各异,总体来看,现代交通枢纽形成主要受自然条件、交通条件和社会经济条件等因素影响。

(3) 交通枢纽形成和发展大致经历“据点培育→单式交通枢纽形成与发展→综合交通枢纽形成与发展→交通枢纽系统化”等4个阶段,与此相对应,交通枢纽的完整生命周期包括启动期、雏形期、快速发展期、成熟扩展期、消融衰落期等5个时期。

(4) 交通枢纽的发展主要包括传统发展型、交通方式引导型、交通干线引导型、运输干线等级引导型、经济发展引导型等几种类型发展模式,在不同的区域和发展阶段,交通枢纽的发展模式迥异。

(5) 中国交通枢纽在空间上的分布大致可以划分为4种基本形态:单中心布局形态、双核结构形态、集群发展形态、轴—辐结构形态,其中轴—辐结构形态是交通枢纽最稳定高效的布局形态,也是中国交通枢纽空间布局的终极目标形态。

参考文献

- [1] 叶冬青. 综合交通枢纽规划研究综述与建议. 现代城市研究, 2010(7): 7-12.
- [2] 郑德高, 杜宝东. 寻求节点交通价值与城市功能价值的平衡: 探讨国内外高铁车站与机场等交通枢纽地区发展的理论与实践. 国际城市规划, 2007(1): 72-76.
- [3] 张国华, 李凌岚. 综合高速交通枢纽对城镇空间结构的影响: 以长株潭地区为例. 城市规划, 2009, 33(3): 93-96.
- [4] 杨建军, 连城, 汤燕. 交通枢纽对中心城市功能成长的绩效: 以浙江省金华市为例. 规划师, 2005, 21(2): 91-94.
- [5] 段进. 国家大型基础设施建设与城市空间发展应对: 以高铁与城际综合交通枢纽为例. 城市规划学刊, 2009 (1): 33-37.

[6] 徐毅松, 姚凯, 黄建中. 上海虹桥综合交通枢纽地区规

- 划. 城市规划学刊, 2008(4): 44-53.
- [7] 曹小曙, 张凯, 马林兵, 等. 火车站地区建设用地功能组合及空间结构: 以广州站和广州东站为例. 地理研究, 2007, 26(6): 1265-1273.
- [8] 陈方红, 王清宇, 罗霞. 大型综合客运枢纽交通组织研究. 铁道运输与经济, 2008, 30(3): 61-64.
- [9] 陈大伟, 李旭宏. 大城市对外客运枢纽与公共交通衔接规划研究. 交通运输工程与信息学报, 2008, 6(4): 21-28.
- [10] 邱丽丽, 顾保南. 国外典型综合交通枢纽布局设计实例剖析. 城市轨道交通研究, 2006(3): 55-59.
- [11] 王小奇, 李方豫. 大型综合交通枢纽规划研究. 铁道工程学报, 2007(9): 75-77.
- [12] O'Kelly M E. A quadratic integer program for the location of interacting hub facilities. *European Journal of Operational Research*, 1987, 32(3): 393-404.
- [13] Aykin T. Lagrangian relaxation based approaches to capacitated hub-and-spoke network design problem. *European Journal of Operational Research*, 1994, 79(3): 501-523.
- [14] O'Kelly M E. A geographer's analysis of hub-and-spoke networks. *Journal of Transport Geography*, 1998, 6(3): 171-186.
- [15] Fleming D K, Hayuth Y. Spatial characteristics of transportation hubs: Centrality and intermediacy. *Journal of Transport Geography*, 1994, 2(1): 3-18.
- [16] Bryan D L, O'Kelly M E. Hub-and-spoke networks in air transportation: An analytical review. *Journal of Regional Science*, 1999, 39(2): 275-295.
- [17] Horner M W, O'Kelly M E. Embedding economies of scale concepts for hub network design. *Journal of Transport Geography*, 2001, 9(4): 255-265.
- [18] 金凤君. 我国航空客流网络发展及其地域系统研究. 地理研究, 2001, 20(1): 31-39.
- [19] 王姣娥, 金凤君, 孙炜, 等. 中国机场体系的空间格局及其服务水平. 地理学报, 2006, 61(8): 829-838.
- [20] 金凤君, 王成金. 轴—辐侍服理念下的中国航空网络模式构筑. 地理研究, 2005, 24(5): 774-784.
- [21] 丰伟. 城市对外交通综合换乘枢纽系统关键问题理论研究[D]. 西南交通大学, 2010.
- [22] 张文尝, 金凤君, 樊杰. 交通经济带. 北京: 科学出版社, 2002.
- [23] 贾倩. 综合交通枢纽布局规划研究[D]. 长安大学, 2006.
- [24] 陈方红. 城市对外交通综合换乘枢纽布局规划与设计理论研究[D]. 西南交通大学, 2009.
- [25] 王宁. 渝东南立体交通枢纽布局及骨架公路网络建设研究[D]. 西南师范大学, 2003.

Research on Spatial Evolution and Development Mechanism of Transport Hubs

DING Jinxue^{1,2}, JIN Fengjun¹, WANG Chengjin¹, WANG Jiao'e¹, LIU Dong^{1,2,3}

(1. Key Laboratory of Regional Sustainable Development Modeling, Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China; 2. Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China; 3. Transport Planning and Research Institute, Ministry of Transport, Beijing 100028, China)

Abstract: The evolution of spatial pattern of transport hubs has been a concern for the transportation geography at home and abroad over a long period of time. Studying the long-term evolution of transport hubs can help grasp the development mechanism of transport hubs, and provide a scientific basis for space optimization. Through a systematic analysis of the development process and spatial patterns of transport hubs since the Qin and Han dynasties in China, it is indicated that there were six stages of space evolution of transport hubs: (1) from the Qin and Han dynasties to the Southern and Northern Dynasties; (2) from the Sui Dynasty to the Tang Dynasty; (3) from the Song Dynasty to the Liao and Jin dynasties; (4) from the Yuan Dynasty to the Ming Dynasty; (5) The Qing Dynasty; (6) from the Republic of China till now. Based on the development path of transport hubs of China in different historical stages, this paper summarized the conditions of transport hubs formation and the general process of spatial evolution, and analyzed the life cycle of transport hubs. On this basis, this paper studied the basic development model of transport hubs, and summarized the spatial layout of transport hubs in China.

Key words: transport hub; spatial evolution; development mechanism; development model; spatial conformation

本文引用格式:

丁金学, 金凤君, 王成金, 等. 交通枢纽的空间演进与发展机理. 地理科学进展, 2012, 31(4): 484-490. <http://www.cnki.net>